

コンクリート圧縮強度がポリウレア樹脂層を有する
ストランドシート-コンクリート間の付着特性に及ぼす影響

新日鉄住金マテリアルズ(株) 正会員 ○荒添 正棋, 小林 朗
北海学園大学 正会員 高橋 義裕
北海道大学大学院 正会員 佐藤 靖彦

1. はじめに

近年、既設コンクリート構造物の補強材として連続繊維シートが多く用いられている。この連続繊維シートとコンクリート構造物との間に柔軟性のある樹脂を介し、コンクリートと連続繊維シートとの付着性能を向上させ、曲げ耐力等を向上させる研究も数多くみられ、筆者らもポリウレア樹脂を用い有効性を確認してきた¹⁾。本樹脂は、温度依存性が小さく、一般的に使うエポキシ系の不陸修正材より2オーダー程度小さいヤング係数(70N/mm²程度)を有し、300%以上の伸び性能を有しており、低温および高温においても付着性能を向上させ得ることを確認してきた^{2) 3)}。ここでは、新たにコンクリート強度およびポリウレア樹脂の塗布量をパラメーターに付着試験を実施したので報告する。

2. 試験体概要および実験概要

表-1 に補強材の材料特性、表-2 に試験体一覧を、図-1 に代表的な試験体形状を示す。有効付着長が長いことが予測されたため連続繊維シートの貼付け長を長くする必要があり、また試験装置の制約から土木学会で提案されている連続繊維シートとコンクリートの付着試験方法(案)の両引き法ではなく片引き法を採用した。コンクリートブロックは、断面を150mm×300mm、高さを600mmとした。連続繊維シートは、20mmの非接着区間を設け、コンクリートとの付着長さを520mm、幅を25mmとした。連続繊維シートはストランドシートを用いた。

補強方法は、ポリウレア樹脂層の無いcase1とcase5を含めて9条件とし、各条件で2体もしくは4体ずつ試験を実施した。case1とcase5は、コンクリート表面をケレンした後、ストランドシートをストランドシート専用のエポキシ系樹脂にて貼付けた。それ以外の条件は、コンクリート表面をケレンした後、コンクリート表面にウレタンプライマーを塗布し、その上にポリウレア樹脂を塗布後、ストランドシートをストランドシート専用のエポキシ系樹脂にて貼付けた。case1からcase4のコンクリートの圧縮強度は35.2N/mm²(実験時)、それ以外の圧縮強度は14.5N/mm²(実験時)の2種類の強度を用いた。また、ポリウレア樹脂の塗布量をパラメーターに、なし、0.5、1、2、3kg/m²の4種類を実施した。ただし、0.5kg/m²はコンクリートの圧縮強度が14.5N/mm²のみとした。

実験時の計測項目は、荷重、試験機のストローク(変位)、ストランドシートのひずみとした。なお、载荷は単調での変位制御とした。

3. 実験結果と考察

図-2 および表-3 に実験結果を示す。ポリウレア樹脂を塗布しない場合

表-1 補強材の材料特性

材料	引張強度 MPa	弾性率 GPa	目付量 g/m ²	設計厚さ mm
ストランドシート	4520	259	600	0.333

表-2 試験体一覧

試験体名	コンクリート 強度 N/mm ²	ポリウレア樹脂 の塗布量 kg/m ²	試験 体数
case1	35.2	なし	2
case2	35.2	1	4
case3	35.2	2	4
case4	35.2	3	2
case5	14.5	なし	2
case6	14.5	0.5	2
case7	14.5	1	2
case8	14.5	2	2
case9	14.5	3	2

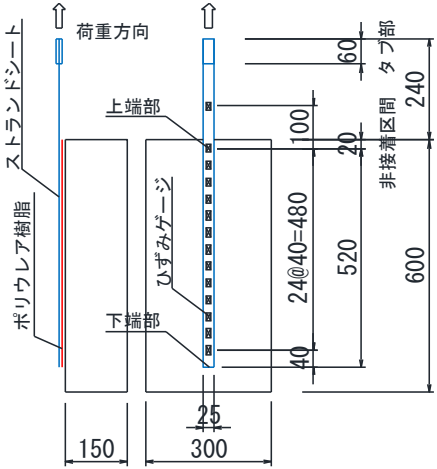


図-1 試験体形状

キーワード: 連続繊維シート, ストランドシート, ポリウレア樹脂, 付着試験, コンクリート強度, 樹脂の塗布量
連絡先: 〒104-0061 東京都中央区銀座 7-16-3 日鐵木挽ビル 5F 新日鉄住金マテリアルズ株式会社 コンポジットカンパニー TEL: 03-6859-3441 FAX: 03-6859-3446

および塗布量が同一の条件の場合、コンクリート強度が 14.5N/mm^2 の試験体においてコンクリート強度が 35.2N/mm^2 の試験体よりも最大荷重は0.7倍程度となった。コンクリート強度が 35.2N/mm^2 の試験体においてポリウレア樹脂無し

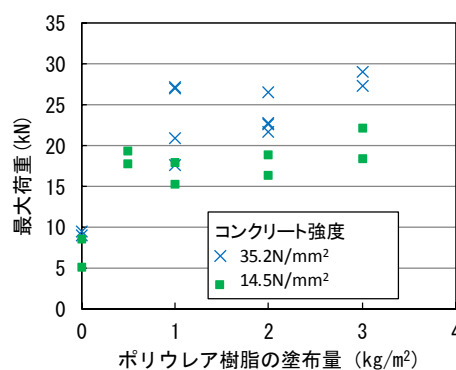


図-2 実験結果

樹脂を有する case2～case4 の方が荷重においては 2.5 倍から 3 倍程度、界面剥離破壊エネルギーにおいては 6.4～9.2 倍程度となった。コンクリート強度が 14.5N/mm^2 の試験体においてもほぼ同様の傾向がみられた。

代表的な各ケースの破壊形状を写真-1 に示す。ポリウレア樹脂無し試験体は、全てコンクリート部の剥離となった。ポリウレア樹脂有りの試験体においてはコンクリート部の剥離もしくは部分的にポリウレア樹脂層の破壊モードとなった。

図-3 に荷重が 20kN 時における代表的な各ケースのひずみと上端部からの距離との関係を示す。ポリウレア樹脂を有する case2～case4 は、計測位置の上部から下端部にかけて緩やかにひずみが伝達されており、全長に渡り付着応力を分担している。また、同一荷重時においてポリウレア樹脂量が多いほうが剥離している領域が小さい。つまり樹脂量が多くなるにつれて剥離荷重が大きくなる傾向がみられた。

4. まとめ

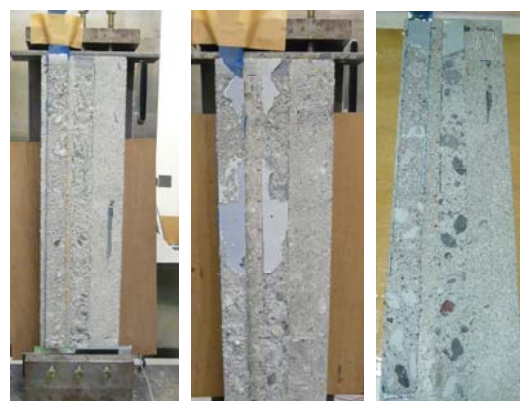
コンクリート強度およびポリウレア樹脂の塗布量をパラメータにポリウレア樹脂を介したストランドシートとコンクリートの付着試験を実施した。ポリウレア樹脂の有無にかかわらずコンクリート強度が低くなると付着耐力は下がる結果となった。ただし、同一強度のコンクリートの試験体において、ポリウレア樹脂を塗布することにより大幅に耐力が上がることを示された。また、ポリウレア樹脂の塗布量は 0.5kg/m^2 以上であれば、 3.0kg/m^2 程度まで増やすことにより大幅な耐力の変動は確認できず、若干耐力が向上する傾向がみられた。

参考文献

- 1) 高橋，佐藤，小林：ウレタン樹脂を有するストランドシート補強 RC はりの曲げ挙動，土木学会第 66 回年次学術講演会講演概要集，V，pp. 351-352，2011.9
- 2) 小川，佐藤，小林，荒添：常温・低温下におけるポリウレタ樹脂層を有する炭素繊維ストランドシートの付着耐力，土木学会第 68 回年次学術講演会講演概要集，V-026，pp. 51-52，2013.9
- 3) 荒添，小林，山野辺，新井，佐藤：高温時におけるポリウレタ樹脂層を有する炭素繊維シート補強工法の付着特性（１）—実験的検討—，土木学会第 69 回年次学術講演会講演概要集，V-127，pp. 253-254，2014.9

表-3 實驗結果

供試体名	最大荷重 (kN)		界面剥離破壊エネルギー (N/mm)	
	データ	平均	データ	平均
case1-1	9.5	9.3	0.84	0.8
case1-2	9.0		0.76	
case2-1	21.0	23.2	4.10	5.2
case2-2	27.0		6.76	
case2-3	17.7		2.91	
case2-4	27.2		6.86	
case3-1	22.8	23.4	4.82	5.1
case3-2	26.5		6.51	
case3-3	22.7		4.78	
case3-4	21.8		4.39	
case4-1	27.3	28.2	6.91	7.4
case4-2	29.1		7.85	
case5-1	8.5	6.9	0.67	0.5
case5-2	5.2		0.25	
case6-1	17.8	18.6	2.95	3.2
case6-2	19.4		3.48	
case7-1	15.3	16.6	2.16	2.6
case7-2	18.0		3.01	
case8-1	16.4	17.6	2.49	2.9
case8-2	18.9		3.31	
case9-1	18.4	20.3	3.13	3.8
case9-2	22.1		4.54	



case1-1 case2-2 case3-2

写真-1 代表的な各ケースの破壊形状

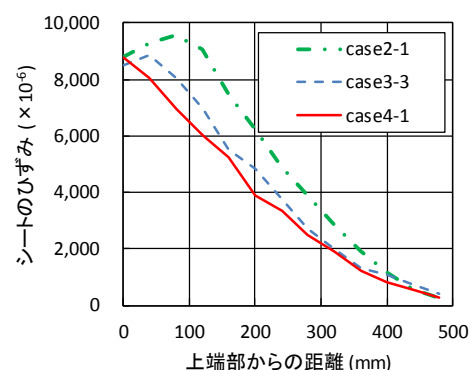


図-3 20kN 時の代表的な各ケース
のひずみと上端部からの距離